

Выяснение условий установления равновесия в системе позволяет сформулировать условия возникновения в ней процессов.

Если условиться называть внешние тела, взаимодействующие с системой и вызывающие возникновение в ней процессов, *окружающей средой*, то можно утверждать, что причиной возникновения процессов в системе является взаимодействие системы с окружающей средой.

§ 4. Закон сохранения и превращения энергии в термодинамике

Рассмотрим систему, взаимодействующую с окружающей средой. В результате этого взаимодействия происходит обмен энергией между системой и окружающей средой. Пусть энергия системы U — условимся называть ее *внутренней энергией* — изменилась за счет взаимодействия на величину ΔU .

По закону сохранения и превращения энергии таким же по абсолютной величине должно быть изменение энергии тех тел окружающей среды, с которыми взаимодействует система.

Казалось бы, что для подсчета изменения внутренней энергии системы достаточно определить изменение энергии окружающей среды. Однако необходимые для этого измерения в окружающей среде не производятся. Объектом исследования являются процессы, протекающие в системе, и только в ней производятся измерения соответствующих физических величин. Следовательно, должен быть найден иной путь определения ΔU .

Этот путь был найден в процессе развития науки. Именно. опыт показал, что обмен энергией между двумя любыми материальными объектами может происходить в двух формах: в форме теплоты и в форме работы.

Здесь нужно подчеркнуть, что, говоря о передаче энергии в форме работы, мы разумеем не только работу обычных сил механической природы, но также работу сил любой природы. Это может быть работа электрических, магнитных сил, работа сил поверхностного натяжения и т. д.

Таким образом, если в результате взаимодействия

произошло изменение внутренней энергии системы на величину ΔU , то это означает, что в общем случае произошел обмен энергией в форме теплоты и работы.

Очевидно также, что для подсчета величины ΔU необходимо располагать количественными мерами воздействия в этих двух формах. А это делается возможным лишь в том случае, если соответствующие количественные меры воздействия были установлены в результате всего предшествующего хода развития науки. Иными словами в основе всего последующего лежит тот факт, что в процессе развития науки были получены выражения для количества теплоты и работы сил различной природы через физические величины, характерные для системы.

Любая новая область физических явлений может быть исследована методами термодинамики лишь после того как будет установлено, какие именно физические величины определяют количественную меру воздействия для этого типа явлений.

Условимся называть эти величины, характеризующие воздействия окружающей среды на систему и определяющие изменение ее внутренней энергии, *количествами воздействия*. Условимся обозначать их буквой Q . Тогда изменение внутренней энергии системы можно представить в следующем виде:

$$\Delta U = \sum_{k=1}^n Q_k. \quad (4.1)$$

Суммирование ведется не по числу взаимодействующих с системой тел, а по числу разнородных воздействий (тепловые, электрические, механические, магнитные и т. д.), каждому из которых отвечает свой индекс k .

Уравнение (4.1) представляет собой интегральную форму закона сохранения и превращения энергии, характерную для термодинамики.

При элементарном акте взаимодействия между системой и окружающей средой внутренняя энергия системы изменится на бесконечно малую величину dU . Уравнение (4.1) для этого случая напишется в виде

$$dU = \sum_{k=1}^n dQ_k. \quad (4.2)$$

Уравнение (4.2) представляет собой дифференциальную форму закона сохранения и превращения энергии и является уравнением *первого начала термодинамики* в общем виде.

§ 5. Координаты состояния системы

Перед нами стоит один из центральных вопросов термодинамики — определение количеств воздействия Q_k через макроскопические физические величины, характеризующие систему.

При решении этого вопроса следует вспомнить, что причиной возникновения процессов в системе является взаимодействие ее с окружающей средой.

Каким же образом может быть обнаружено наличие взаимодействия системы с окружающей средой, наличие процесса, происходящего в системе?

Очевидно, что в результате процесса должно обнаруживаться изменение некоторых физических величин в системе. Именно по поведению этих физических величин следует судить о наличии или отсутствии соответствующего процесса в системе.

Здесь должен быть использован весь богатейший опытный материал, накопленный в процессе развития науки.

Опыт показывает, что воздействию данного рода должна соответствовать вполне определенная физическая величина, по поведению которой можно судить, имеет ли место взаимодействие данного рода или нет. Оказывается, что если взаимодействие данного рода имеет место, то эта физическая величина обязательно изменяется; если же воздействие данного рода отсутствует, то она остается постоянной¹. Это означает, что никакими другими воздействиями она не может быть изменена, если воздействие данного рода исключено (устранено созданием соответствующих условий взаимодействия).

Условимся называть эти физические величины *координатами состояния системы* и обозначать символом x_k .

Итак, *координатами состояния системы называются физические величины, которые изменяются при наличии данного взаимодействия и остаются постоянными при*

¹ Дальше (§ 10) мы убедимся, что в действительности этот вопрос сложнее.